

明 細 書

発明の名称

方略獲得測定装置及び方略獲得測定方法

5

発明の背景

発明の分野

本発明は、脳活動の変化を利用して被験者の所定の課題に対する方略獲得を測定するための方略獲得測定装置及び測定方法に関するものである。

10

関連技術の説明

従来、教育効果を高めるための種々の手法が提案されており、最近ではパソコン等を用いた新たな教育手法の開発もなされている。(特開平8-227266号公報参照)

ところで、学習者に対して適正な教育指導がなされるためには、指導者が学習者の能力や特徴を正しく把握することが必要であると言える。

例えば、数学及び算数における課題、中でも特に幾何学的な課題においては、一定の法則や規則性を見つけ出しそれを利用するという当該課題解決のための「方略」を獲得することによってスムーズに解答乃至回答できるものがある。具体的な一例としては、与えられた図形が所定の図形と合同であるか否かを判別するという課題を複数回行うような場合に、学習者が図形のどの部分に着目して比較すれば判別が可能となるかという「方略」を一旦獲得すれば、その後はその「方略」により解答ができるようになるといったものが挙げられる。その他、いわゆる補助線をどこに引くのかをひらめくことができれば、その後は既知の公式による計算を行って解答まで到達することができるというようなものも該当し、この場合は適正な補助線の利用が課題解決の「方略」ということができる。

これらのような課題を学習者が解く場合において、「方略」獲得までの過程と「方略」獲得後の過程との2つの過程の存在が考えられるが、従来では、これら2つの過程を別個に抽出するための装置や方法は存在しなかったため、その学習者の課題解決能力を、課題が最後まで解決されたか否か、そして解決された場合には課題を解くまでにどの程度の総時間を要したかによって判断していた。

ところが、このような従来の判断によれば、課題を解決できなかった学習者が、「方略獲得ができなかった」のか、或いは「方略は獲得できたがその後の計算等の過程でミスしたのか」という判別は不可能である。また、解決できた学習者においても、方略獲得までに時間を要するのか、又はその後の過程に時間を要するのかというその学習者の課題解決における傾向(得手・不得手)を把握することは不可能であった。これらの結果、学習者へ適正な教育指導を行うことができないことになってしまう。そして、このような問題点は、数学及び算数に関する課題に限られない。

一方、近時、脳波計やCT、MRIの他にも、無侵襲で被験者の動きを拘束することなく脳活動を計測できる装置が種々開発されており、脳科学研究の進歩には目を見張るべきものがある。

そこで、本発明は、脳科学研究を教育分野に応用して、従来得られなかった学習者の思

考過程における客観的な科学的データを取得するとともに、そのデータを教育分野での指導に利用する目的でなされたものである。すなわち、本願発明者は、課題解決の過程においてその課題を解決するための方略を獲得した場合に脳の所定部位における血液量／及び血液成分量が特徴的な変化を起こすことを発見し、このことを利用して学習者の傾向や特徴を科学的データで示すことが可能であり、さらにその結果から個々の学習者へ最適の学習カリキュラムの提案を可能とする新しい教育方法の開発に有効である、簡素で優れた手段を提供する。

発明の簡単な要旨

- 10 本発明に係る方略獲得測定装置は、被験者の脳の所定測定部位における血流量又は／及び血液成分量を測定する測定部と、前記測定部で測定した血液量又は／及び血液成分量を時系列的に取得し、その時間変化を示すデータである時間変化データを生成する時間変化データ生成部と、前記被験者に所定の課題を行わせた場合に、前記時間変化データ生成部で生成した時間変化データを、前記被験者の前記課題を解決するための方略獲得のタイミ
15 ングを検出可能に出力する出力部とを備えたものである。

ここで「方略獲得」とは、課題を解決するための適正な対処法や解き方を思いつくことであり、一定の法則や規則性を見つけ出すことや、課題を解決するための糸口となるようなものを発見すること等を含むものとする。

- このようなものであれば、脳の所定測定部位における血液量又は／及び血液成分量の時間変化データによって、被験者がその課題に対する方略をどのタイミングで獲得したのか
20 或いは獲得できなかったのかを、客観的な科学データとして取得できるようになる。すなわち、従来は解決までの総時間として判断するしかなかった被験者の課題解決能力を、方略までの過程と方略獲得後の過程とに分けて判断することができるようになる。その結果、指導者が学習者の傾向や特徴を捉えることができ、各学習者に適した新たな教育方法の開発や教育カリキュラムの客観的な指針設定等に大きな可能性を提供できるようになる。

さらに、血液量又は／及び血液成分量を測定するようにしているため、例えば近赤外分光法を利用することにより、無侵襲で被験者の動きを拘束することなく、且つ簡易な構成での実現が可能である。また、近赤外分光法は時間分解能に優れるため、方略獲得の状態を示すデータを克明に得ることもできる。

- 30 出力部としては、方略獲得のタイミングを示す或いは示唆するようなものであれば、時間変化を数値やグラフで示すものや、さらに適宜の処理を施して方略獲得のタイミングのみを数値等で示すようなものであっても構わないが、構築が比較的簡単であって実験者にわかり易いものとしては、出力部を、前記課題を行う間の時間変化データの波形を出力するように構成したものが挙げられる。

- 35 また、測定部としては、血液中のオキシヘモグロビン量とデオキシヘモグロビン量とを測定するようにしたものを挙げることができる。オキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量の時間変化に方略獲得に対する顕著な関連が見られるからである。なお、請求項2に挙げたように出力部を時間変化データの波形を出力するようにした場合には、オキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量に係る時間変化データの波形を出力する
40 うにすればよい。

また、出力部を、さらに被験者の課題終了のタイミングを前記時間変化データと比較できるように出力するように構成すれば望ましい。課題終了と血液量又は／及び血液成分量に係る時間変化データとの関係を明確に示すことができるからである。なお、ここで「課題終了」とは、同一の方略によって解決される複数の課題がセットされたものを所定の時間内に連続して行う態様のものにおいては、複数の課題それぞれの終了を示すものとする。

前記所定測定部位の好適な設定箇所としては、脳の高次機能部分に対応する領域を挙げることができる。具体的には、前記所定測定部位が前頭葉に設定してあるものが望ましい。計測が容易で被験者への負担も少ないからである。

上述したように、前記測定部の好ましい具体的態様としては、近赤外分光法を利用して血液量又は／及び血液成分量を測定するものを挙げることができる。その場合、多チャンネルは必要なく、1チャンネル型のもので十分に本発明の効果を奏し得る。

また、測定時に課題を解いている被験者の頭部の動きを制止し可及的に正確なデータを得られるようにするためには、頭部を固定するための固定手段をさらに備えることが好ましい。

より正確な方略獲得のタイミングを測定できるようにするためには、測定部に、被験者に行わせた課題に応じてベースライン補正された血液量又は／及び血液成分量を算出する機能を備えて、時間変化データ生成部を、ベースライン補正した血液量及び／又は血液成分量を時系列的に取得して時間変化データを生成するように構成すると望ましい。なお、「課題に応じて」とは、課題の内容の違いや実施態様に対応してという意味である。

方略を必要とするような課題を解決する際には、被験者は平常状態（安静時）と比べて相応の心理的な負荷を与えられる。すなわち、ブレインノイズなど以外にも課題を行う過程での被験者の心理状態の変化に起因する血液量又は／及び血液成分量の値が、時間変化データの値に影響を及ぼす場合がある。しかもその影響の程度は、課題の内容や実施態様によって異なるものである。従って、このようなものであれば、その心理的な負荷が測定値に与える影響も取り除くことができ、信頼性の高いデータを得ることができるようになる。

具体的態様としては、測定部を、血液量又は／及び血液成分量に相関関係を持つ所定のパラメータデータに基いて血液量又は／及び血液成分量の測定値を算出するように構成した場合には、そのパラメータデータに対して課題に対応したベースライン補正するパラメータデータ補正部と、そのパラメータデータ補正部で補正されたパラメータデータを用いて血液量又は／及び血液成分量を算出する演算部とを設けるようにしたものが挙げられる。

そして、この場合、パラメータデータ補正部を、パラメータデータからベースラインを示すベースラインデータを差し引いて補正するものとして、そのベースラインデータを課題の内容に応じて異なる関数で表すようにすれば望ましい。

要すれば、被験者に所定の課題を行わせた場合に、近赤外分光法を用いて被験者の脳の所定測定部位における血液量又は／及び血液成分量を時系列的に測定し、その時間変化を示すデータである時間変化データを生成し、前記時間変化データに基づいて被験者の前記課題を解決するための方略獲得の状態を判定するようにした方略獲得測定方法であればよい。

すなわち、本発明によれば、脳の所定測定部位における血液量又は／及び血液成分量の時間変化データから、被験者がその課題に対する方略をどのタイミングで獲得したのか或

いは獲得できなかったのかを、客観的な科学データとして取得できる。すなわち、従来は解決までの総時間として判断するしかなかった被験者の課題解決能力を、方略までの過程と方略獲得後の過程とに分けて判断することができるようになる。その結果、指導者が学習者の傾向や特徴を捉えて、各学習者に適した新たな教育方法の開発や教育カリキュラムの客観的な指針設定等に大きな可能性を提供できる。

図面の簡単な説明

【図 1】本発明の一実施形態における方略獲得測定装置の全体概略図。

【図 2】同実施形態における所定測定部位を示す部分説明図。

10 【図 3】同実施形態における方略獲得測定装置の全体機能構成図。

【図 4】同実施形態における課題の内容を示す図。

【図 5】同実施形態における課題解決過程での時間変化データの波形を示す波形図。

【図 6】本発明の別の実施形態における方略獲得測定装置の全体機能構成図。

【図 7】同実施形態における課題解決過程での吸光度データの波形を示す波形図。

15 【図 8】同実施形態における吸光度データのベースラインデータを示す図。

【図 9】同実施形態における補正された吸光度データの波形を示す波形図。

【図 10】同実施形態における補正された吸光度データに基づくる課題解決過程での時間変化データの波形を示す波形図。

【図 11】同実施形態におけるヘモグロビン量総合平均値データを示す図。

20

発明の詳細な説明

以下、本発明の好適な実施形態を、図面を参照して説明する。

(第 1 実施形態) 本実施形態に係る方略獲得測定装置 1 は、図 1、図 3 に示すように、被験者 P の脳の所定測定部位 S における血液成分量を測定する測定部 2 と、前記測定部 2 で測定した血液成分量を時系列的に取得しその時間変化を示すデータである時間変化データを生成する時間変化データ生成部 3 と、前記被験者 P に所定の課題を行わせた場合に、前記時間変化データ生成部 3 で生成した時間変化データから前記被験者の前記課題を解決するための方略獲得のタイミングを検出可能に出力する出力部 4 と、被験者 P の頭部を固定するための固定手段たる頭部固定具 5 とを備えたものである。

30 まず初めに、被験者 P に課す課題について説明すると、本実施形態においては、図 4 に示したように所定の 2 次元の指定図形 Z 1 と、課題図形 Z 2 とが合同か否かを解答するというものである。なお、指定図形 Z 1 を平行・対称・回転移動させたものも合同とすることとしている。図示例のものでは指定図形 Z 1 は解答用紙の中央に配置されており正方形 (例えば、 $3.2\text{ cm} \times 3.2\text{ cm}$) の中に模様が描いてある。また、課題図形 Z 2 は前記指定図形 Z 1 の周囲に格子状となるように複数(図示例のものでは 8 題)設定してあり、指定図形 Z 1 と同じ大きさの正方形の内部に模様が描いてある。そして、この課題においては、前記指定図形 Z 1 と合同の図柄を印刷した透明の補助シート A を用意し、この補助シート A を利用して上述の合同か否かの判断を行うことができるようにしている。

40 そして、このような課題において、当該課題を解決するための「方略を獲得した」とは、指定図形と課題図形とを漫然と見比べるのではなく、合同か否かを見極めるために照合す

べきキーとなる部分を発見し、補助シートAを利用して或いは頭の中だけで、判断できるということになる。

次に、具体的に装置の各部を詳述する。測定部2は、NIRS（近赤外分光法）を利用したもので、半導体レーザー等から発された複数波長（本実施形態では3波長）の近赤外光を前記所定部位Sに照射する一方、脳内から反射してくる前記各近赤外光を受光素子で受光して、照射光及び反射光の光強度に基づいて求められる各波長の近赤外光の吸収率（吸光度）によって、直接的には血液もしくは組織中のオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を測定するものである。

本実施形態では、1チャンネル型、すなわち一対の光入射部及び光受光部を有したものであり、それら光入射部及び光受光部をそれぞれ、図2に示すように、被験者の額の所定領域S1及びS2に装着し、その間の脳の単一所定測定部位Sにおけるオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を測定するようにしている。所定測定部位Sは、脳の高次機能部分であり、ここでは例えば前頭葉に設定しているが、その特定にあたっては、まずMRI等の脳構造測定装置を用いて被験者Pの脳構造画像を得て、その画像に基づいて行うようにしている。具体的には、右前頭葉前野の最も脳が突出した部分である。この部分としたのは、言語野以外の部位であること、先行研究から図形の処理と関連があるとされていること、毛髪がなく測定が行いやすいこと等の理由による。

時間変化データ生成部3は、被験者Pが上記課題を行う過程で測定部2が測定したオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を所定間隔でサンプリングして時系列的に取得し、所定の記憶部に格納することによって、オキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びそれらから算出されるトータルヘモグロビン量の時間変化を示すデータである時間変化データを生成するものである。本実施形態ではCPUを用いてデジタル的に処理しているが、もちろんアナログ的な処理によって時間変化データを生成するようなものであってもよい。

出力部4は、前記被験者Pが課題を行う間の前記時間変化データの波形をディスプレイ又はプリンタに出力するものである。さらに、図5に符号Xで示しているように、被験者Pが課題1題に付き終了したタイミング（課題終了のタイミング）を、前記時間変化データの波形と比較できるように時系列を揃えて同時に出力するようにしている。なお、本実施形態においては、この課題終了のタイミングは、例えばビデオ等による撮影を利用して測るようにしている。

頭部固定具5は、例えば図1に示すように、前額部上部を支える前額部支持部51と、被験者Pの顎を支える顎支持部52と、と、これら前額部支持部51と顎支持部52とを被験者Pが着座する机或いは床などに対して移動不能に固定するための図示しない固定部とから構成したものが挙げられる。

次に、本実施形態に係る方略獲得測定装置1を用いて、実際に被験者Pに上述の課題を行わせた場合の結果の一例を、図5を参照して以下に示す。なお、図5において、符号Xで示した課題終了のタイミングのうち、上向きのピークが合同であると判断し例えば○印を記入したタイミングであり、下向きのピークが非合同と判断し例えば×印を記入したタイミングである。

まず図5から明らかなように、前半4題の課題解決総時間よりも後半4題の課題解決総

時間の方が短くなっており、一の課題解決に係る平均時間は、後半4題は前半4題の約半分程度になっている。なお、この被験者Pの正解率は100%であったので課題の意味(内容)は理解した上で当該課題を遂行したと考えてよい。すなわち、この被験者Pは、上述したようなこの課題に対する「方略」を4題目の終了時点前後に獲得し、その後は獲得した方略によってスムーズに解決していると推測できる。

一方、時間変化データの波形に着目すれば、まず、課題の4題目までは課題終了のタイミングとほぼ同時期にオキシヘモグロビン量の増加が見られる(上向き凸型のピークo1、o2、o3、o4)ことがわかる。また、課題終了のタイミングから約5~10秒程度遅れてデオキシヘモグロビン量が増加している(上向き凸型のピークd1、d2、d3、d4)。これに対し、4題目の課題終了後は、デオキシヘモグロビン量の波形においては、課題終了のタイミングに影響された増加は観察されず減少傾向となっており、オキシヘモグロビン量の波形においては、課題終了のタイミングに影響される増加は観察されず一定又は増加傾向となっており、これら2つの波形は接近する傾向が見られる。

以上のように、方略獲得に至るまでの過程と方略獲得後の過程において、オキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量の波形形状に特徴的な差異が見られることから、波形形状と方略獲得のタイミングとは強い相関関係があり、時間変化データの波形形状の変化が観察された時点を方略獲得のタイミングと見なせる可能性が大きい。

このように本実施形態に方略獲得測定装置1によれば、出力部4によって出力されたデオキシヘモグロビン量、オキシヘモグロビン量の経時的变化の波形形状の特徴から、被験者Pの課題に対する方略獲得のタイミングを知ることが可能である。このことを利用すれば、「課題を解決する上で方略は獲得できているか?」「方略獲得までに係る時間と方略獲得後に係る時間はどちらが要しているか?」等の被験者Pの課題解決における傾向や特徴を科学的データとして得ることができる。その結果、被験者Pにとっては本人も意識していなかった自身の学習傾向や特徴が明らかになり、学習指導者にとっては被験者Pに対して個人毎に設定した適正な教育方法及び教育カリキュラムを組むことが可能となる。

また、近赤外分光法を利用しているので、無侵襲である上、被験者Pの拘束度がfNR1等他の測定装置に比べ小さい。そして、装置を装着し易い前頭葉に所定測定部位Sを設定していることも加え、測定を自然な環境下で行うことができる。さらには、本実施形態では、側定部2に1チャンネル型の小さなものを採用したので、被験者Pに課題解決という外的影響を受けやすい状況において余計な負荷を与えない。

さらに、近赤外分光法による装置はそもそも簡易な構造である上、1チャンネルのみの構成を採用しており、さらには単に血液量又は/及び血液成分量の時間変化のみを検出して波形出力するだけで画像処理等の複雑な処理を必要としないことから、その構造の可及的な簡易化が可能である。

また、頭部固定具5を使用するようにしているので、頭部が動きがちな課題解決時にその動きを好適に制止して、正確な測定が可能となる。

次に、本発明の第2実施形態を、図6~図11を参照して説明する。

(第2実施形態) この方略獲得測定装置100は、その機器構成は上記第1実施形態に示すものと同様のものであるが、図6の全体機能構成図に示すように、測定部200と、時間変化データ生成部300と、個人平均値データ生成部400と、総合平均値データ生

成部500と、出力部600と、固定手段たる頭部固定具5とを備えたものである。なお、頭部固定具5は、第1実施形態の頭部固定具5と同等のものであるので説明は省略する。

まず、本実施形態において、被験者に課す課題について説明する。この第2実施形態においては、被験者に2種類の課題K1、K2を課している。

5 課題K1は、第1実施形態で説明した課題と使用する教材等は同様のものであるが、図4に示した用紙に印刷されている複数の課題図形Z2のうち指定図形Z1と合同なものがいくつあるかを、透明の補助シートAを利用して解答するというものである。一方、課題K2は、前記補助シートAは与えないで、複数の課題図形Z2のうち指定図形Z1と合同なものの個数を解答するというものである。

10 そして、被験者に、課題K1を連続して5回実施させ、その後引き続き課題K2を5回連続して実施させるようにしている。5回の実施それぞれに、課題図形Z2を異ならせた用紙を与えているため、指定図形Z1と合同と判別される数は異なる。なお、課題K1、K2の何れにおいても、各課題終了後に30秒の休憩時間を取らせるようにしている。

本実施形態の測定部200は、第1実施形態の測定部1とその基本的機能は同様のものであり、NIRS（近赤外分光法）を利用したもので、半導体レーザー等から発された複数波長（3波長）の近赤外光を前記所定部位Sに照射する一方、脳内から反射してくる前記各近赤外光を受光素子で受光して、その照射光及び反射光の光強度に基づいて求められるものであってオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量と相関関係を有するパラメータである各波長の近赤外光の吸光度によって、血液もしくは組織中のオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を測定するものである。そして、この測定部200は、光入射部210及び光受光部220と、吸光度データ生成部230と、吸光度データ補正部たる240と、演算部たるヘモグロビン量演算部250とを備えたものである。請求項12記載の血液量又は血液成分量に相関関係のある所定のパラメータデータが吸光度データであり、パラメータデータ補正部が吸光度データ補正部230に相当する。

25 光入射部210及び光受光部220は、第1実施形態における光入射部及び光受光部と同様のものであるのでここでは説明を省略する。

吸光度データ生成部230は、光受光部220で受光された反射光を電気信号に変換し、さらにA/D変換器でデジタル信号に変換した反射光強度信号の照射光強度信号に対する比の値に対数演算することによって吸光度を算出し、その値を対応する時間軸に関連付けて所定の記憶部に記憶させることで課題実施中に所定時点における吸光度を示す吸光度データを生成するものである。なお、前記照射光強度の絶対値を知ることは難しいため、実際には装置内でハードウェア的もしくはソフトウェア的に決定する定数を、照射光強度信号値の代わりに用いることが多い。

35 吸光度データ補正部240は、前記吸光度データに対してベースライン補正を行うもので、被験者の課題実施中に検出された反射光強度に基づく吸光度データからベースラインデータとの差分を取って補正するようにしたものである。本実施形態においては、このベースラインデータを被験者に実施させる課題K1と課題K2とで異ならせた関数で表されるものとしている。前記吸光度データ生成部230において、照射光強度の絶対値の代わりとしてハードウェア的もしくはソフトウェア的に決定する定数を用いて、吸光度データが計算された場合には、その値は物理的には明確な意味を持たず、単なる信号値の対数変

換値にすぎない。しかし、ベースライン補正によって吸光度データとベースラインデータとの差分を計算することにより、対数変換された二つの値の差分をとることになるため、上述の定数は消去される。そのため、この差分値はベースラインに対する光の減衰という明確な物理的意味を持つことになる。

- 5 より具体的には、課題K1実施中に係るベースラインデータを表す時間の関数 $F_{base1}(t)$ を、課題K1の第1試行を実施する開始時点 T_{1start} における吸光度データの値 A_{1start} を定数とした定数関数で表されるようにしている。すなわち、 $F_{base1}(t) = A_{1start}$ となる。また、課題K2実施中に係るベースラインデータを表す関数 $F_{base2}(t)$ を、課題K2の第1試行を実施する開始時点 T_{2start} における吸光度データの値 A_{2start} を定数とした定数関数で表されるようにしている。すなわち、 $F_{base2}(t) = A_{2start}$ となる（図8参照）。

- 10 ヘモグロビン量演算部250は、CPUなどの演算装置を利用し、前記吸光度データ補正部240によってベースライン補正した各波長における吸光度データから、Modified Lambert-Beer則を利用した演算処理を施して、血液中のオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を算出するものである。

- 15 時間変化データ生成部300は、前記ベースライン補正されたオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を所定間隔でサンプリングして時系列的に取得し、所定の記憶部に格納することによって、補正されたオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びそれらから算出されるトータルヘモグロビン量の時間変化を示すデータであるヘモグロビン量時間変化データを生成するものである。

- 20 個人平均値データ生成部400は、前記ヘモグロビン量時間変化データに基いて、繰り返される各課題実施中の開始時点から終了時点におけるオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びトータルヘモグロビン量の平均値を算出し、その値を所定の記憶部に各被験者に関連付けて記憶させることで、被験者の各個人の各課題実施中におけるオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びトータルヘモグロビン量の平均値を示すヘモグロビン量個人平均値データを生成するものである。

- 25 総合平均値データ生成部500は、前記個人平均値データ生成部400によって生成された被験者ごとのヘモグロビン量個人値平均データから、全ての被験者の課題実施中におけるヘモグロビン量の平均値を算出し、各課題ごとのオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びトータルヘモグロビン量の、全被験者での平均値を示すヘモグロビン量総合平均値データを生成するものである。

- 30 出力部600は、少なくとも被験者が課題を行う間の前記時間変化データの波形（図10参照）を、ディスプレイ又はプリンタに出力するものである。本実施形態においては、補正していない吸光度データの時間変化（図7参照）、補正に適用したベースラインデータ（図8参照）、ベースライン補正された吸光度データの時間変化（図9参照）、総合平均値データ生成部によって生成されたヘモグロビン量総合平均値データ（図11参照）を出力するようにしている。

次に、本実施形態に係る方略獲得測定装置100を用いて、5人の被験者に、上述の課題K1、K2を行わせた場合について説明する。

- 40 図7～10は、5人の被験者のうち被験者P1に係るデータを示したものである。具体

的には、図 7 は、課題実施中に得られた補正をしていない生の吸光度データの時間変化を示している。図 8 は、前記吸光度データにベースライン補正を施すためベースラインデータを示している。図 9 は、ベースライン補正された吸光度データを示している。図 10 は、ベースライン補正された吸光度データから算出したオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びトータルヘモグロビン量の時間変化を示す時間変化データを示している。

また、図 11 には、5 人の被験者の、課題ごとのオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量及びトータルヘモグロビン量の平均値を示すヘモグロビン量総合平均値データを示したものである。なお図 11 中において、1-1~1-5 が課題 K1 実施に係るデータであり、2-1~2-5 が課題 K2 実施に係るデータである。

この被験者 P1 の時間変化データから方略獲得のタイミングを検出する。

課題を遂行していく過程では、神経細胞の活動に伴って酸素が消費されるため、既存のオキシヘモグロビンによる酸素が脳へ供給され、デオキシヘモグロビンが増加し、これに伴い引き続き酸素を供給すべく動脈血が流入することによりオキシヘモグロビン量の増加が考えられる。そして、方略を一旦獲得すると、課題解決のための脳への酸素供給の必要性が低くなるということを鑑みれば、オキシヘモグロビン量が増加からほぼ一定乃至減少に転じる時点が方略獲得のタイミングであると考えられる。

図 10 に示したように、図中 1-1~1-5 と示している課題 K1 において、オキシヘモグロビン量、トータルヘモグロビン量の時間変化データの波形は、それぞれ第 4 試行(1-4)の前半で極大となりその後、第 4 試行のレスト時に減少するものの、第 4 試行の後半から第 5 試行にかけてだいたい一定した値となっている。また、図中 2-1~2-5 と示している課題 K2 においては、オキシヘモグロビン量、トータルヘモグロビン量の時間変化データの波形は、それぞれ第 3 試行で極大となりその後、減少が見られる。

すなわち、この被験者 P1 は、課題 K1 については、第 4 試行の課題の前半部分を実施している時点が、方略を獲得したタイミングであると判断される。また、課題 K2 については、第 3 試行の課題を実施している時点が、方略を獲得したタイミングであると判断される。

また、図 11 によれば、各課題実施中のオキシヘモグロビン量個人平均値及びトータルヘモグロビン量個人平均値の、被験者 5 人全員での平均値は、課題 K1 を繰り返し実施させた場合においては、第 4 試行を実施している時(1-4)に、極大値(図中 G1 で示している)を取っている。また、課題 K2 を繰り返し実施させた場合においては、第 3 試行実施時(2-3)に極大値(図中 G2 で示している)を取っている。これらの結果から、課題 K1 においては第 4 試行を、課題 K2 においては第 3 試行を、「方略獲得の平均的なタイミング」と判断することができる。このことは、被験者 5 名の感想から、課題 K1 に関しては、4 題目から補助シート A を使用しないで図形の合同を判別することができるようになったという意見を多く得られ、また、課題 K2 に関しては、第 3 試行位から図形が頭の中で見え始める(想像できるようになる)という意見を多く得られたことから裏付けられる。

なお、デオキシヘモグロビン量個人平均値の被験者 5 人全員での平均値は、課題 K1 実施中、課題 K2 実施中ともに大きな変化が見られないが、課題 K1 で得られる値が、課題 K2 で得られる値よりもかなり大きい。さらに、オキシヘモグロビン量の平均値は、課題

K 2で得られる値が、課題K 1での値よりもかなり大きい。これは、課題K 1及び課題K 2の難易度に起因する脳活動の差が明確に現れたと考えられる。

このように本実施形態の方略獲得測定装置100によれば、被験者それぞれの時間変化データの波形が描く形状によって、その被験者が課題に対する方略を獲得したタイミングを得ることができる。

特に本実施形態では、難易度の異なる課題K 1、K 2の2種類の課題に対応させたベースライン補正を施したオキシヘモグロビン量、デオキシヘモグロビン量によって時間変化データを生成しているので、信頼性の高い方略獲得のタイミングが得られる。

また、本実施形態では、ヘモグロビン量総合平均値データを生成し出力するようにしているので、複数の被験者の平均的な方略獲得のタイミングを知ることができる。すなわち、課題ごとの方略獲得のタイミングの標準値を得ることができ極めて有用である。

なお、本発明は、上記実施形態に限られない。

例えば、出力部が、上記実施形態のような時間変化データの波形でなく、測定部によって所定間隔で測定・算出した血液量又は／及び血液成分量を数値として出力するものでも構わない。また、例えば時間変化データの波形をフーリエ変換や二次微分するなど適宜の演算処理を行ったデータを出力できるようにしてもよい。

また、第1実施形態において、時間変化データに基づいて被験者Pの方略獲得のタイミングを自動的に算出する方略獲得算出部をさらに設けてもよい。また、第2実施形態においては、ヘモグロビン量データ総合平均値データから被験者Pの方略獲得のタイミングを自動的に算出する方略獲得算出部をさらに設けてもよい。

また、課題用の教材をさらにその構成要素として備えたものであってもよい。

課題としては、上記実施形態のものには限られないことは勿論であり、被験者に課す課題の数や内容を変更させて測定してもよい。また、上記第1実施形態においては、補助シートAを利用して合同か否かの判断をさせるいわゆる「実物操作」に係る実験結果を得たが、補助シートのような道具を利用しない「念頭操作」に係る実験を行って、これらの方略獲得の状況を比較してもよい。このようにすれば、図形教育において新たな教育手法の開発に指標となるデータが取得できる可能性がある。

また、課題終了のタイミングを自動的に測定する手段をさらに備えてもよい。

また装置自体が、プリンタやディスプレイなどの出力機器を備えたものであってもよいのは勿論である。

また、固定手段は、被験者の解答動作を妨げることなく頭部の動きを制止できるようなものであれば、上記実施形態のものには限られないのは勿論であり、例えば、机と一体化させたようなものや、実験室の天井に支持させたようなものであっても構わない。

その他、各部の具体的構成についても上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

特 許 請 求 の 範 囲

【請求項 1】

- 被験者の脳の所定測定部位における血流量又は／及び血液成分量を測定する測定部と、
前記測定部で測定した血流量又は／及び血液成分量を時系列的に取得し、その時間変化を
5 示すデータである時間変化データを生成する時間変化データ生成部と、
前記被験者に所定の課題を行わせた場合に、前記時間変化データ生成部で生成した時間変化データを、前記被験者の前記課題を解決するための方略獲得のタイミングを検出可能に出力する出力部とを備えた方略獲得測定装置。

【請求項 2】

- 10 前記出力部が、前記課題を行う間の前記時間変化データの波形を出力するものである請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 3】

前記測定部が血液中の少なくともオキシヘモグロビン量及びデオキシヘモグロビン量を測定するものである請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

- 15 【請求項 4】

前記出力部が、さらに被験者の課題終了のタイミングを前記時間変化データと比較可能に出力するものである請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 5】

- 20 前記所定測定部位が脳の高次機能部分に対応する領域である請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 6】

前記測定部位が前頭葉に設定してある請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 7】

- 25 前記測定部が近赤外分光法を利用して血流量又は／及び血液成分量を測定するものである請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 8】

前記測定部が 1 チャンネル型のものである請求項 7 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 9】

- 30 さらに前記被験者の頭部を固定するための固定手段を備えている請求項 1 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 10】

- 前記測定部が、被験者に行わせた課題に応じてベースライン補正された血流量又は／及び血液成分量を算出し得るものであり、
前記時間変化データ生成部を、ベースライン補正された血流量又は／及び補正血液成分量を時系列的に取得して前記時間変化データを生成するものとしている請求項 1 乃至 9 何れかに記載の方略獲得測定装置。

【請求項 11】

- 前記測定部が、血流量又は／及び血液成分量に相関関係を持つ所定のパラメータデータに基いて血流量又は／及び血液成分量の測定値を算出するものであり、
40 前記パラメータデータに対して課題に対応したベースライン補正するパラメータデータ補

正部と、そのパラメータデータ補正部で補正されたパラメータデータを用いて血液量又は／及び血液成分量を算出する演算部とを備えている請求項 10 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 12】

- 5 前記パラメータデータ補正部が、被験者の課題実施中に取得されるパラメータデータからベースラインを表すベースラインデータとの差分を取る補正するものであり、そのベースラインデータを課題の内容に応じて異ならせた関数によって表されるものとしている請求項 11 記載の方略獲得測定装置。

【請求項 13】

- 10 被験者に所定の課題を行わせた場合に、近赤外分光法を用いて被験者の脳の所定測定部位における血液量又は／及び血液成分量を時系列的に測定し、その時間変化を示すデータである時間変化データを生成し、前記時間変化データに基いて被験者の前記課題を解決するための方略獲得の状態を判定するようにした方略獲得測定方法。

要約書

- 課題解決の過程においてその課題を解決するための方略を獲得した場合に脳の所定部位における血液量又は／及び血液成分量が特徴的な変化を起こすことを利用し、学習者の傾向や特性を科学的データで示すことが可能で、その結果から新しい教育方法の開発に有効である、簡素で優れた手段を提供すべく図ったものであつて、被験者に所定の課題を行わせた場合に、近赤外分光法を用いて被験者の脳の所定測定部位における血液量又は／及び血液成分量を時系列的に測定し、その時間変化を示すデータである時間変化データを生成し、前記時間変化データに基いて被験者の前記課題を解決するための方略獲得の状態を判定するようにした。
- 5
- 10